

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-318763

(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
H01L 23/38

(21)Application number : 05-112210

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.04.1993

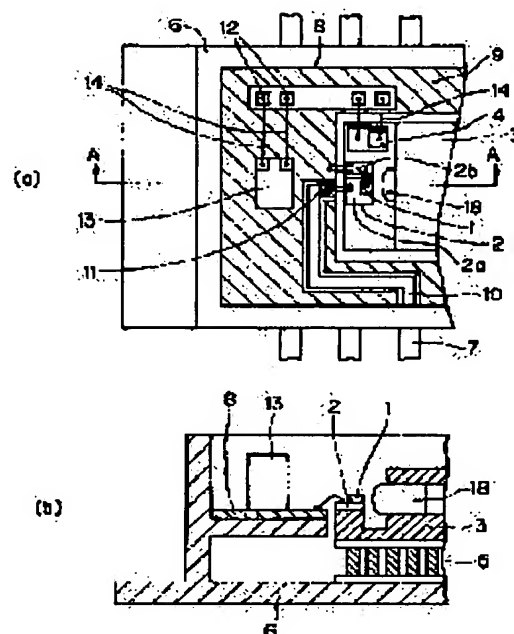
(72)Inventor : ITO KIYOSHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase both of the wide band characteristics and the cooling down capacity by a method wherein a semiconductor laser element, a thermistor and an optical coupling system only are arranged on an electronic cooling down element while an optical output monitor element and an impedance matching circuit comprising a transmission line and a resistor are arranged on a terminal wiring shelf part in a metallic case.

CONSTITUTION: A semiconductor laser element 1 and a heat sensitive element 4 are mounted on a metallic base 3 put on an electronic cooling down element 5 so that the semiconductor laser element 1 may be driven by the input signals transmitted through the intermediary of a signal input line and an impedance matching element 11 to monitor the output thereof by an optical output monitor element 13. At this time, both of the impedance matching element 11 and the optical output monitor element 13 are arranged on a shelf part 8 separated from the electronic cooling down element 5. Through these procedures, the wide band frequency response characteristics can be increased by cutting down the parasitic inductance thereby enabling the semiconductor laser device to be used even in the environment of the change in temperature within extensive range.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-318763

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 23/38

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-112210

(22)出願日 平成5年(1993)4月15日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 伊藤 深

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 尾身 祐助

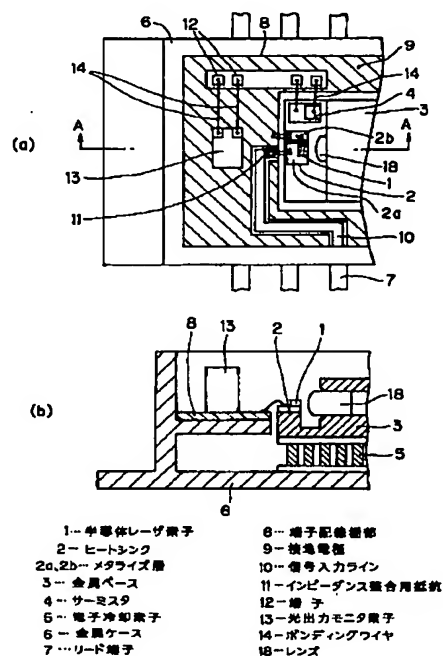
(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57)【要約】

【目的】 周波数応答特性の改善と冷却能力の向上。

【構成】 電子冷却素子5上に載置された金属ベース3には、半導体レーザ素子1、サーミスタ4および光学系（レンズ18、図示のない光アイソレータ、光ファイバ）のみを搭載し、光出力モニタ素子13は金属ベース3の外側に設けられた端子配線棚部8上に搭載する。伝送線路を構成する信号入力ライン10およびインピーダンス整合用抵抗11は端子配線棚部8上に形成する。

【効果】 半導体レーザ素子の配線経路が短くまたボンディングワイヤ数が少なくなったことにより周波数特性が改善され、発熱体であるインピーダンス整合用抵抗が棚部8に移されたことにより冷却能力が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザ素子と感熱素子とが電子冷却素子上に載置された金属ベース上に搭載され、前記半導体レーザ素子が信号入力ラインおよびインピーダンス整合素子を介して供給される入力信号によって駆動され、その出力が光出力モニタ素子によってモニタされる半導体レーザ装置において、前記インピーダンス整合素子と前記光出力モニタ素子とは前記電子冷却素子から分離された棚部上に設けられていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 前記半導体レーザ素子は、ヒートシンクを介して前記金属ベース上に搭載されていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記ヒートシンクには、前記半導体レーザ素子がマウントされるマウント電極と中継電極とが形成され、マウント電極はボンディングワイヤを介して前記インピーダンス整合素子の一端と接続され、中継電極は前記半導体レーザ素子の基板表面側電極と前記棚部上に形成された接地電極とにそれぞれボンディングワイヤを介して接続されていることを特徴とする請求項2記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 前記棚部上にはバイアス抵抗が形成され、該バイアス抵抗を介して前記信号入力ラインにはバイアス電圧が印加されることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体レーザ装置に関し、特に光通信システムの光源に有用な、電子冷却素子を内蔵した半導体レーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、高速・大容量光通信に適用される半導体レーザ装置では、入力高周波電気信号に追従して波形歪の少ない安定な光出力波形が得られることが重要である。光出力波形の劣化は、半導体レーザ素子、素子を搭載するケース、駆動回路の3つの構成要素の周波数特性に依存する。而して、駆動回路の周波数特性は十分に良好にすることが可能であり、また半導体レーザ素子自身の周波数特性については、動作温度を一定以下に保持することができる場合には満足できる特性を期待することができる。よって、現状のギガビット対応の光デジタル通信においては、ケースに内蔵された冷却デバイスが周囲環境の温度変化に対抗できる十分な冷却能力を備えるようにすることおよびこの冷却デバイスを内蔵するケース自体の周波数特性の向上を図ることがレーザ装置の性能を向上させるための最重要課題であるといえる。

【0003】したがって、高速・大容量光通信に対応したレーザ装置に使用されるケース構造に必要な基本性能を下記の2点に要約することができる。

(1) 広帯域な周波数応答特性

(2) 広範な周囲温度変化に対する温度制御能力

よって、以下、この2点を中心に説明を行うが、後述するようにこの2点は互いにトレードオフの関係にある。

【0004】まず、この種の半導体レーザ装置についてファイバ付き半導体レーザモジュールを例に挙げ構成の大略を述べる。図3の(a)は、特開平4-337688号公報にて提案された半導体レーザ装置の、上蓋を除去した状態での平面図であり、図3の(b)はその断面図である。同図に示されるように、2Gb/sを越えるデジタル伝送用には通常所謂パタフライ型のパッケージが用いられる。金属ケース6の側面には複数のリード端子7が植設されており、金属ケース6の底面上にはベルチェ効果素子である電子冷却素子5が載置されている。電子冷却素子上には金属ベース3が搭載されている。

【0005】半導体レーザ素子1はヒートシンク2上にマウントされ、ヒートシンク2は金属ベース3上に固着されている。ここでは、半導体レーザ素子として分布帰還型のものが用いられている。金属ベース3上には他にサーミスタ4、光出力モニタ素子13および配線基板(図4参照)が搭載されている。

【0006】金属ベース3の左右には、多層配線構造を持つ端子配線棚部8a、8bが設けられており、端子配線棚部8a上には接地電極9と信号入力ライン10が形成されており、端子配線棚部8b上には端子12が形成されている。接地電極9は直接金属ケース6に接続され、信号入力ライン10および端子12はスルーホールを介してリード端子7と接続されている。

【0007】金属ベース3はレンズ18および光アイソレータ22を保持しており、金属ベース先端部3aにはスライドリング19が固着されている。スライドリング19には、光ファイバ21の先端を保護するフェルルール20が嵌挿されYAG溶接により固定されている。フェルルール20はまた金属ケース6の側面に設けられた貫通孔に挿通され半田23にて固着されている。これら一連の構造により半導体レーザ素子1からの出力光は光ファイバ21に結合される。

【0008】図4に、この半導体レーザモジュールの電子冷却素子上に搭載された各機能素子の配置およびこれらの機能素子と金属ケースの配線棚部との接続状態についての詳細平面図を示す。ヒートシンク2には、メタライズ層2a、2bが形成されているが、その内メタライズ層2bは側面から裏面にまで延長されている。すなわち、メタライズ層2bは金属ベース3と電気的に接続されている。メタライズ層2a上には半導体レーザ素子1がマウントされており、レーザ素子の基板表面に形成された電極はボンディングワイヤによりメタライズ層2bに接続されている。

【0009】金属ベース3上には、表面にストリップライン25、インピーダンス整合用抵抗11および接地電

10

20

30

40

50

極26の形成された配線基板24が搭載されている。ストリップライン25は、端子配線棚部8上に形成された信号入力ライン10とともに外部駆動回路にインピーダンス整合されており、ストリップライン25と、高々数 Ω のインピーダンスしかない半導体レーザ素子との間の整合は、両者間に設けられたインピーダンス整合用抵抗11によってとられている。接地電極26はスルーホールを介して金属ベース3に接続されている。

【0010】半導体レーザ素子1のマウントされたメタライズ層2aは、ボンディングワイヤ14によりインピーダンス整合用抵抗11の一端に接続されており、ストリップライン25と信号入力ライン10との間および配線基板24上の接地電極26と端子配線棚部8a上の接地電極9との間はそれぞれボンディングワイヤ14により接続されている。またサーミスタ4および光出力モニタ素子13上の端子と端子配線棚部8b上の端子12との間もボンディングワイヤ14により接続されている。この従来例は広帯域特性および高い温度制御能力を考慮して設計されたものであって、上記のように構成されたレーザモジュールでは、制御可能温度差 ΔT として45℃が達成され、2.5Gb/sの通信システムへの適用が可能となっている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】次に、高速対応レーザ装置用の搭載容器に要求される前述の2つの基本性能、すなわち広帯域特性と温度制御能力の観点から、上述の従来技術の問題点について言及する。まず、広帯域特性の点からみると、搭載容器の周波数特性を低下させる最大の要因が接続配線に存在する寄生インダクタンスであるところ、上述した従来例では、端子配線棚部上の信号入力ラインと配線基板上のストリップラインとの間およびインピーダンス整合用抵抗と半導体レーザ素子のマウント電極との間がボンディングワイヤにより接続されているためここに大きな寄生インダクタンスが存在することになる(50 μ mボンディングワイヤ1mmで約1nH)。また、半導体レーザチップの接地側の電極については、その電流経路が、ボンディングワイヤ-メタライズ層2b-金属ベース3-接地電極26-ボンディングワイヤ-接地電極9、と長くなっており、この経路に係る寄生インダクタンスも大きくなっている。なお、ボンディングワイヤによる寄生インダクタンスを削減するにはボンディングワイヤを太く、短くすることが有効である。

【0012】一方、冷却能力の点から見ると、通常半導体レーザ素子を25℃の一定温度で動作させるので、周囲温度〜ケース温度が70℃まで上昇したときにも正常動作を保証できるようにするためには、制御可能温度差 ΔT として45℃の冷却能力が最低限必要となる。冷却能力を制限する要因としては、

(1) 電子冷却素子上の発熱源の存在

(2) ボンディングワイヤを介したケースからの熱の還流

(3) 電子冷却素子に負荷される熱容量

が挙げられるが、この内(1)および(2)の要因は特に大きな影響を持つ。

【0013】(1)についてみるに、従来例ではレーザ素子の他にインピーダンス整合用抵抗が電子冷却素子上に配置されている。インピーダンス整合用抵抗は通常半導体レーザ素子の数倍の発熱量がある。また従来例では、バイアス電圧を信号入力ライン以外のバイアス供給回路から供給する場合にはバイアス抵抗をも電子冷却素子上に配置していた。(2)については、電子冷却素子上のブロックと端子配線棚部8a、8bとの間を7個所でボンディングワイヤにて接続していた。ここで、ボンディングワイヤによる熱の還流を抑えるには、これを長く細くすることによって熱抵抗を大きくする方法が考えられる。しかし、この手段を採用した場合にはフライングワイヤ部において大きな寄生インダクタンスを持つこととなりレーザ装置の高周波特性が劣化する。すなわち、冷却素子上の機能素子とリード端子との間を、広帯域特性を考慮して寄生インダクタンスが十分に小さくなるように接続した場合には、結果的に熱抵抗の小さい接続となり、冷却能力を制限してしまう。逆に、冷却能力を優先した接続を行うと寄生インダクタンスを増加させ帯域を制限することとなる。すなわち、2つの基本性能はトレードオフの関係にある。

【0014】(3)の要因については、上述の従来例では金属ベース上に光出力モニタ素子および配線基板が搭載されており、その分金属ベースの面積も広くなされており、冷却素子にかかる負荷の増加を助長している。なお、この点に対処してモニタ素子を金属ベース上から除去して電子冷却素子から熱的に分離したブロック上に設けるようにすることは実願昭61-84965号(実開昭62-196370号)において提案されている。

【0015】したがって、本発明の目的とするところは、第1に、半導体レーザ素子を駆動する回路での寄生インダクタンスを削減して広帯域の周波数応答特性を実現することであり、第2に、高い温度処理能力を備えるようにして広範囲な温度変化の環境下においても使用可能な半導体レーザ装置を提供しようようにすることである。すなわち、本発明は、10Gb/s、制御可能温度差 ΔT が55℃の通信システムに適用可能な半導体レーザ装置を提供しようとするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子(1)と感熱素子(4)とが電子冷却素子(5)上に載置された金属ベース(3)上に搭載され、前記半導体レーザ素子が信号入力ライン(10)およびインピーダンス整合素子(11)を介して供給される入力信号によって駆動され、その出力が光出力

モニタ素子(13)によってモニタされるものであって、前記インピーダンス整合素子と前記光出力モニタ素子とは前記電子冷却素子から分離された棚部(8)上に設けられていることを特徴としている。また、前記半導体レーザ素子は、ヒートシンク(2)を介して前記金属ベース上に搭載され、該ヒートシンク(2)には、前記半導体レーザ素子(1)がマウントされるマウント電極(2a)と中継電極(2b)とが形成され、マウント電極はボンディングワイヤ(14)を介して前記インピーダンス整合素子(1)の一端と接続され、中継電極は前記半導体レーザ素子の基板表面側電極と前記棚部(8)上に形成された接地電極(9)とにそれぞれボンディングワイヤ(14)を介して接続されている。

【0017】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1の(a)は、本発明の金属ベース上の構成と端子配線棚部の構成および配線を示した平面図であり、図1の(b)は、そのA-A線の断面図である。図1で示していない部分の構成は、図3の(a)、(b)に示した従来例のそれと同様であるので図示および重複した説明は省略する。金属ケース6の底面上にはベルチェ効果素子である電子冷却素子5が載置されており、その上にはレンズ18を保持する金属ベース3が搭載されている。

【0018】金属ベース3上には、その表面にメタライズ層2a、2bが形成されたヒートシンク2が固着されており、半導体レーザ素子1はヒートシンク2のメタライズ層2a上にマウントされている。金属ベース3上には他に半導体レーザ素子に近接してサーミスタ4が搭載されている。

【0019】金属ベース3の外側には、平面形状が概略「コ」の字形の、多層配線構造の端子配線棚部8が設けられている。端子配線棚部8の表面は大部分接地電極9で覆われており、接地電極の形成されていない部分に信号入力ライン10、インピーダンス整合用抵抗11および端子12が形成されている。信号入力ライン10は、接地電極9に囲まれて伝送線路を構成しており、外部駆動回路の出力インピーダンスに整合されている。インピーダンス整合用抵抗11は、信号入力ライン10と半導体レーザ素子1との間の整合をとるために設けられた抵抗である。信号入力ライン10および端子12はスルーホールを介して金属ケース側面に植設されたリード端子7に接続されている。また、接地電極9は、メッキ金属により直接金属ケース6に接続されている。

【0020】端子配線棚部8の接地電極9上には光出力モニタ素子13が搭載されている。光出力モニタ素子13およびサーミスタ4の端子はボンディングワイヤ14を介して端子配線棚部8上の端子12に接続されている。ヒートシンク2のメタライズ層2a、2bは、ボンディングワイヤ14によりそれぞれインピーダンス整合

用素子11の一端と接地電極9とに接続され、また半導体レーザ素子1の基板表面側電極(p側電極)はボンディングワイヤ14を介してメタライズ層2bに接続されている。

【0021】このように構成されたレーザモジュールを帯域の観点から上述の従来例と比較すると、従来例では信号ラインに2箇所存在していたボンディングワイヤが1箇所となり信号ラインに係る寄生インダクタンスが約1/2に削減されている。また、半導体レーザ素子からケース接地電極までの経路が中継端子(メタライズ層2b)を介してのボンディングワイヤのみとなり、従来例でのボンディングワイヤ-金属ベース-配線基板の接地電極-ボンディングワイヤの経路に比べ格段に短くなり、信号経路側と同様に寄生インダクタンスは削減されている。実際、本実施例の小信号周波数応答特性は、従来例で $f = 4 \text{ GHz}$ 付近において観測されていたディップが消え、より高域までフラットになり、3dB低下する周波数を10GHz程度とすることができた。

【0022】次に、冷却能力の観点から比較してみると、本実施例では半導体レーザ素子の数倍程度発熱するインピーダンス整合回路が端子配線棚部に配置されており、電子冷却素子上の発熱源が従来の2つから1つとなっている。また、電子冷却素子上の機能素子と配線棚部を結ぶボンディングワイヤが従来の7箇所から4箇所になりケースからの熱の還流経路が約1/2に減少している。加えて本実施例では電子冷却素子上の部品のトータルの熱容量が減少している。その結果、本実施例の冷却能力は、制御可能温度差 ΔT において従来の45℃から55℃へと改善されている。

【0023】図2は、本発明の第2の実施例の主要部を示す平面図である。第1の実施例では、高周波信号を半導体レーザ素子をしきい値近傍までバイアスするための直流成分に重畳させた信号がリード端子7の信号入力端子に印加される構造となっていたが、本実施例では、バイアスを与える回路を別に設け、信号入力端子には高周波信号のみを与える回路構成となっている。バイアス電圧はリード端子7の一つに与えられ、端子12、ボンディングワイヤ14、チップインダクタ16、配線パターンおよびバイアス抵抗15を介して信号入力ライン10に印加されている。このバイアス電圧を中継する端子12は、一端が接地されたチップコンデンサ17の他端にボンディングワイヤにより接続されている。

【0024】バイアス回路を高周波信号入力経路とは別に設ける場合、従来技術ではバイアス抵抗およびチップインダクタを金属ベース上に設けていた。本実施例ではこれら回路素子を金属ベース上から端子配線棚部側に移したことにより、熱源の低減(特にバイアス抵抗)、ボンディングワイヤ数の減少および金属ベース上での熱容量の削減等が達成され、冷却能力が改善される。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体レーザ装置は、電子冷却素子上に半導体レーザ素子とサーミスタおよび光学結合系のみを配置し、金属ケース内の端子配線棚部に光出力モニタ素子および伝送線路と抵抗体からなるインピーダンス整合回路を配置する構成としたので、従来技術では同時に改善することができなかった広帯域特性および冷却能力の双方を改善することができ、現在実用レベルにある2.5Gb/sデジタル通信システムよりも高速、大容量の通信システムに適用可能な半導体レーザ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の主要部の平面図と断面図。

【図2】本発明の第2の実施例の主要部の平面図。

【図3】従来の半導体レーザ装置の構造を示す平面図と断面図。

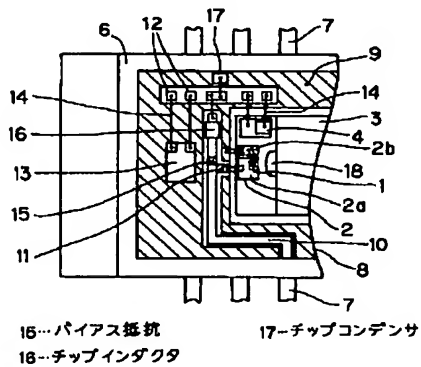
【図4】従来例の主要部の平面図。

【符号の説明】

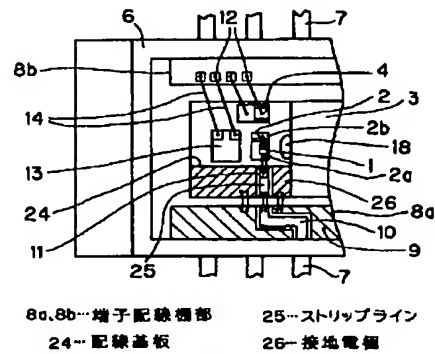
- 1 半導体レーザ素子
- 2 ヒートシンク
- 2a、2b メタライズ層
- 3 金属ベース
- 3a 金属ベース先端部

- * 4 サーミスタ
- 5 電子冷却素子
- 6 金属ケース
- 7 リード端子
- 8、8a、8b 端子配線棚部
- 9 接地電極
- 10 信号入力ライン
- 11 インピーダンス整合用抵抗
- 12 端子
- 13 光出力モニタ素子
- 14 ボンディングワイヤ
- 15 バイアス抵抗
- 16 チップインダクタ
- 17 チップコンデンサ
- 18 レンズ
- 19 スライドリング
- 20 フェルール
- 21 光ファイバ
- 22 光アイソレータ
- 23 半田
- 24 配線基板
- 25 ストリップライン
- * 26 接地電極

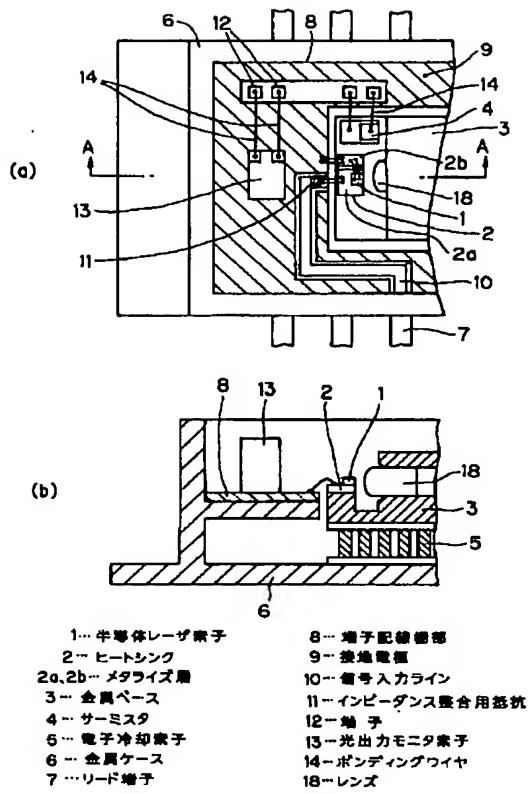
【図2】



【図4】



【図1】



【図3】

